



Glosario de términos sobre frenos de Centric Parts®

Fricción abrasiva En un sistema de frenos, los aglutinantes intermoleculares se rompen durante la conversión de energía cinética a térmica. El término Fricción abrasiva se refiere a uno de los dos tipos de mecanismos de fricción. El otro tipo es la Fricción adherente (ver Fricción adherente). La fricción abrasiva es el mecanismo en el cual las partículas abrasivas en la pastilla son más duras, en sentido cristalino, que el material en el rotor. El polvo que se observa de los frenos, producido por hierro gris, independientemente del color, proviene principalmente de este desgaste del rotor. La pequeña cantidad proveniente de la pastilla se debe a las partículas abrasivas en la pastilla, a medida que se desgastan y se tornan opacas, se desprenden debido a la fuerza que actúa sobre ellas.

ABS Sigla de *Anti-Lock Braking system* (Sistema de frenado antibloqueo) Los sistemas de frenado antibloqueo detectan de forma independiente la velocidad y el índice de desaceleración de cada una de las ruedas de un vehículo, y a través de un sistema de control de microprocesadores, actúan para evitar el bloqueo de cualquiera de las llantas, a la hora de frenar, controlando la presión de línea de la rueda que está a punto de bloquearse. Si bien los controladores del sistema ABS se desarrollan constantemente junto con otras estrategias de diseño, históricamente el sistema parece ir en ciclos debido a la programación y al diseño del sistema que controla la presión a nivel del cilindro de la rueda al aislar primero al conductor y al disminuir y luego aumentar cíclicamente la presión necesaria requerida. La pulsación que siente el conductor en el pedal se debe al paradigma del diseño que usa el esfuerzo del conductor en el pedal en un instante dado para establecer la presión máxima que el sistema resistirá. La mayoría de los autos de pasajeros y camiones cuentan con sistemas ABS porque así lo disponen las leyes nacionales e internacionales, aunque cada vez se requiere un sistema más elaborado para controlar los derrapes o giros del vehículo en casos de maniobras extremas. Consulte "Manejo activo".

Manejo activo El manejo activo es un requisito próximo para la mayoría de los vehículos nuevos vendidos donde los componentes y programas básicos de los sistemas ABS se mejoran para actuar independientemente de la potencia absorbida del sistema de frenado del conductor. Al sistema ABS se le han agregado sensores y programas para controlar la tendencia del vehículo a perder tracción, girar (derrapar), actuar desfavorablemente o incluso anticipar acciones requeridas, como aumentar la fuerza de frenado ejercida más allá de la ejecutada por el conductor para mejorar el manejo del vehículo en situaciones dinámicas complejas. Por ejemplo, según una versión del fabricante, el sistema aplica los frenos del vehículo cuando el vehículo está detenido o se mueve lentamente y la transmisión automática no está en posición de estacionar, pero la puerta del conductor está abierta, lo que anticipa que el conductor se olvidó de poner el freno de mano y de colocar la palanca de transmisión en posición de estacionar.

Fricción adherente El término Fricción adherente se refiere a uno de los dos tipos de mecanismos de fricción. El otro tipo es la Fricción abrasiva (ver Fricción abrasiva). La fricción adherente es el mecanismo por el cual una fina capa de transferencia de material de la pastilla de freno se aglutina (adhiere) a la superficie del rotor. La capa de transferencia del material de la pastilla, una vez adherida uniformemente al rotor, es la que hace fricción con la pastilla de freno. Los aglutinantes intermoleculares que se rompen, para convertir la energía cinética en energía térmica, se forman instantáneamente antes de volver a romperse. El desgaste del rotor es casi inexistente y el desgaste de la pastilla se debe a que el material se separa de la pastilla y del rotor

durante el ciclo de frenado. Si la transferencia de material de la pastilla no es uniforme, entonces se dice que se forman depósitos de material de la pastilla, lo que produce una vibración de los frenos. Esta vibración generalmente se conoce como rotores alabeados o deformados. Consulte también “Capa de transferencia”, “Vibración de frenos” y “Rotores alabeados”.

Aluminio-Berilio Aleación formulada de aluminio con una relación de rigidez/peso excepcional que se usó para calipers de Fórmula Uno (y bloques del motor de Ilmor/Mercedes) a finales de la década de los 90. Actualmente, su uso está prohibido por cuestiones de salud.

Prueba AK Master Se trata de una prueba de dinamómetro básica utilizada para calificar el par de fricción de los materiales de las pastillas con un material o sustrato de rotor dado, como en el caso especial de los rotores de cerámica de carbono. Cita de la norma SAE J2522 emitida en junio de 2003, “El Grupo de trabajo AK, que representa a los fabricantes europeos de revestimientos de pastillas y frenos para autos de pasajeros, ha desarrollado en los últimos años una norma denominada “AK Master”. El Comité de Normas de Códigos para Prueba Dinamométrica de Frenos (Brake Dynamometer Test Code Standards Committee) de SAE considera que esta norma es útil para respaldar los esfuerzos tecnológicos que buscan mejorar el rendimiento y la seguridad generales de los sistemas de frenado de los vehículos de motor. Por lo tanto, dicho comité pone esta norma AK Master a disposición de la industria como una Práctica recomendada por SAE”. Si bien, se desarrolló fuera del proceso de normas de SAE, la AK Master se ha convertido en la norma SAE J2522. La prueba incluye una prueba de fricción “verde” o tal como está instalada, múltiples fases de pulido, prueba de par de fricción pospulido, prueba para determinar la resistencia al desgaste y, por último, una prueba de fricción posdesgaste. En Centric Parts llevamos a cabo las pruebas AK Master en nuestros dinamómetros según sea necesario o requerido, así como otros protocolos de pruebas. Consulte “Par de fricción” y “Resistencia al desgaste” “Normas J, Procedimientos o Prácticas recomendadas, SAE, J2522”.

Aluminio-litio Aleación formulada de aluminio con una alta relación de fuerza, rigidez/peso usada actualmente para calipers de Fórmula Uno.

Sistema de frenado antibloqueo Los sistemas de frenado antibloqueo o ABS detectan de forma independiente la velocidad y el índice de desaceleración de cada una de las ruedas de un vehículo, y a través de un sistema de control de microprocesadores, actúan para evitar el bloqueo de cualquiera de las llantas, a la hora de frenar, controlando en ciclos la presión de línea de la rueda que está a punto de bloquearse. La mayoría de los autos de pasajeros actuales incluyen sistemas ABS.

Discos antichirrido Delgados y rígidos discos metálicos o compuestos, a veces cubiertos con un lubricante sólido de alta temperatura, insertados entre los discos portafrenos y los pistones del caliper en los autos de pasajeros para disminuir o eliminar el chirrido de los frenos.

Asbesto Silicato magnésico impuro con muy baja conductividad térmica, anteriormente utilizado como material aislante y como uno de los componentes de los materiales de fricción para frenos. A mediados de la década de los 80, se hicieron varios intentos para prohibir su uso en dichos materiales. De hecho, en 1989, la EPA prohibió el asbesto en los frenos. Sin embargo, esta decisión fue impugnada por el Tribunal y rechazada. En 1993, nuevamente la EPA trató de llegar a un acuerdo con al menos la mitad de todos los Fabricantes de equipos originales para prohibir su uso, pero el plan voluntario nunca se implementó y, desde entonces, no ha habido más iniciativas exitosas para prohibirlo. Debido únicamente a los riesgos de responsabilidad por los productos, los fabricantes y los distribuidores de materiales de fricción para frenos han eliminado el uso del asbesto en sus productos. El asbesto no se incluye en ningún producto vendido por el grupo de compañías CWD ni por ninguna de nuestras marcas: Centric, Posi Quiet, Powerslot o Stoptech.

Disco portafreno Parte de acero de una pastilla de freno de disco que está en

contacto con el(los) pistón(es) del caliper y a la cual está adherido el material de fricción. El disco portafreno ofrece la rigidez y la fuerza mecánica necesarias para el sistema de pastillas. Sus dimensiones, su forma plana y el acabado de la superficie deben ser estrictamente controlados. Mientras más larga o grande sea el área de la pastilla, más grueso deberá ser el disco portafreno. No se debe confiar en los discos portafrenos de menos de 3 mm, a menos que la pastilla sea muy corta.

Proceso de ablande También conocido como “rodar” o “rodaje”. Hay dos tipos de “ablande” en lo que a frenos respecta:

1. Proceso de ablande del material de fricción inicial: Todos los materiales de fricción contienen elementos volátiles utilizados como productos aglutinantes. Durante el ciclo térmico del material, estos elementos volátiles hierven y forman una capa gaseosa entre el material de fricción y el freno. Una pastilla ablandada exhibirá una capa de material decolorado de 1.5 a 3 mm de espesor. Alternativamente, algunos materiales de fricción se fabrican “vulcanizados” o “prevulcanizados” para eliminar la necesidad de realizar este paso. Consulte “Proceso de vulcanizado”. Las pastillas que han sido vulcanizadas solo requieren unas aplicaciones de frenado para poderlas utilizar. Como en el caso a continuación, los frenos se sentirán mejor a medida que se usen.
2. Proceso de ablande del disco: Antes de usar un disco nuevo, es necesario eliminar todos los aceites de maquinaria y de conservación según las recomendaciones del fabricante del disco. Por lo general, esto implica lavarlo con agua y jabón o usar uno de los compuestos patentados para “limpieza de frenos”. Luego el disco deberá ser montado y verificado para que no haya problemas de desplazamiento. Se deberá ablandar con una serie de paradas moderadas que permitan el aumento uniforme de la temperatura de la pastilla hasta el límite recomendado por el fabricante, seguido de un enfriamiento total. Generalmente, el ajuste del sistema de frenos mejora al realizar un segundo ciclo y enfriamiento. Al terminar este proceso, toda la superficie del disco se habrá decolorado de forma pareja. Este método evitará choques térmicos, distorsiones y la formación de “puntos calientes” (deposición regional del material de la pastilla que produce una transformación permanente del hierro fundido debajo del depósito) y garantizará la máxima vida útil del disco.

BEEP BEEP es la sigla de *Brake Effectiveness Evaluation Process* (Proceso de evaluación de la efectividad del freno). Se trata de un proceso de protocolos de pruebas y certificación desarrollado por el Consejo de Fabricantes de Frenos (Brake Manufacturers Council, BMC) para los materiales de fricción. El BEEP es administrado por SAE. Consulte “SAE” y “Consejo de Fabricantes de Frenos”. El programa BEEP usa la norma de frenos dinamométricos SAE J2430 y el modelo de datos de la prueba de dinamómetros específica de vehículos del BMC. Consulte “Normas J o Prácticas recomendadas, SAE”. Formalmente publicado en el 2001, el programa BEEP es el único programa de certificación en la industria de materiales de fricción para frenos que sigue las directivas de la Administración Nacional de Seguridad del Tránsito en las Carreteras (National Highway Traffic Safety Administration, NHTSA) para utilizar normas de la industria voluntarias desarrolladas por organismos de normalización, como SAE. El programa BEEP monitorea el rendimiento del producto de muestra relativo a su capacidad de par de frenado durante el funcionamiento a temperaturas normales y altas, incluyendo paradas a velocidad moderada y alta, y tomando en cuenta el peso en vacío y bruto del vehículo, las fallas del sistema y la recuperación del frenado, según lo requerido en FMVSS 105 y 135.

Campana Consulte “Sombrero”.

Barra de calibración Un sistema que permite ajustar rápidamente la fuerza de frenado delantera y trasera de un automóvil. Por lo general, en autos de carreras, la barra de calibración conecta las varillas de empuje de los cilindros maestros dobles con un eje de suspensión permitiendo que el equipo o el conductor ajuste la relación de frenado.

Agarre La velocidad a la cual el material de fricción alcanza el máximo coeficiente de fricción al iniciar el frenado. La cantidad de agarre es un compromiso. Demasiado

<p>agarre dificulta la modulación inicial. Muy poco agarre retrasa el frenado. En las carreras, diversos conductores prefieren pastillas con diferentes grados de agarre.</p>
<p>Aletas Consulte “Paletas”.</p>
<p>Purgado Proceso para eliminar las burbujas de aire de un sistema recientemente llenado o el líquido de frenos existente de un sistema hidráulico y reemplazarlo al mismo tiempo con líquido nuevo. En este caso, se suele realizar para eliminar el líquido sobrecalentado y/o las burbujas de aire del circuito hidráulico inmediatamente después de un uso intensivo. Sin embargo, se recomienda realizar este proceso de forma regular debido a la tendencia natural del líquido de frenos a absorber agua con el tiempo.</p>
<p>Azulado Decoloración de rotores de hierro fundido debido al calor. Si bien el azulado significa que hay tensión térmica y probablemente se reduzca la vida útil del rotor, es normal en situaciones repetidas de frenado brusco y no es motivo de preocupación.</p>
<p>BMC BMC es la sigla de Brake Manufacturers Council (Consejo de Fabricantes de Frenos). Consulte “Consejo de Fabricantes de Frenos”.</p>
<p>Distribución de frenado Término utilizado para indicar la relación entre la cantidad de par de frenado ejercida por los frenos delanteros en comparación con los frenos traseros. La distribución de frenado, por lo general, se expresa como un porcentaje del par de frenado de un extremo del auto con respecto al par de frenado total, por ejemplo, “60% delantero”.</p>
<p>Servofreno Dispositivo de asistencia al vacío o hidráulico que amplía la fuerza del pedal. En algunos casos, esta asistencia está acompañada de pequeños incrementos en el recorrido del pedal y reducciones en la firmeza de este. No obstante, debido a su diseño compacto y eficiencia, la versión de servofreno al vacío era prácticamente universal en los autos de pasajeros hasta el 2000. Para esa época aproximadamente, se comenzaron a utilizar sistemas de servofreno hidráulicos en algunos autos de lujo y blindados.</p>
<p>Eficiencia del frenado Relación de la desaceleración real lograda en una superficie dada en comparación con la capacidad máxima teórica.</p>
<p>Vibración de frenos Vibración de frenos es el término utilizado por los fabricantes de frenos para describir los efectos físicos de los depósitos de material de frenado no uniformes del tipo de material de fricción adherente en un rotor. La observación física de vibración en el pedal y en la dirección se debe a la pulsación hidráulica oscilante y al par alto y bajo creado por la pastilla que interactúan respectivamente con el grosor de un rotor ligeramente disperejo y el coeficiente de fricción debido a los depósitos irregulares de material en las pastillas. Consulte también “Fricción adherente”, “Capa de transferencia”, “Rotores alabeados”.</p>
<p>Presión de línea de freno La presión hidráulica en cualquier instancia dentro de las líneas de freno. La presión de línea de freno en unidades de pulgadas-libras/segundo (IPS, por sus siglas en inglés) de libras por pulgada cuadrada es la fuerza aplicada al pedal del freno en libras multiplicada por la relación del pedal mecánico (más cualquier asistencia de servofreno, si corresponde) dividida por el área del pistón del cilindro maestro en pulgadas cuadradas. Para la misma cantidad de fuerza del pedal, mientras más pequeño sea el cilindro maestro y/o mayor sea la relación del pedal mecánico y/o la contribución del servofreno, mayor será la presión de línea de freno y más largo el recorrido del pedal.</p>
<p>Consejo de Fabricantes de frenos El Consejo de Fabricantes de Frenos es una asociación de la industria y, desde el 2010, forma parte del Mercado de piezas de repuesto de automóviles Asociación de Proveedores (AASA, por sus siglas en inglés).</p>
<p>Par de frenado El par de frenado en libras-pies, en unidades de pulgada-libra-segundo (IPS), en una sola rueda constituye el radio del rotor efectivo en pulgadas multiplicado por la fuerza de sujeción en libras por el coeficiente de fricción de la pastilla contra el rotor (un valor sin unidad), todo dividido por 12. El par de frenado es la fuerza que realmente desacelera la rueda y la llanta. Para aumentar el par de frenado es necesario</p>

aumentar la presión de línea, el área de pistones (fuerza de sujeción), el coeficiente de fricción o el radio del rotor efectivo. Aumentar el área de la pastilla no aumenta el par de frenado.

Pulido Pulido es un término de la industria relativo al acondicionamiento adicional de la pastilla de freno después de la fabricación primaria. También se refiere frecuentemente al paso anterior a las pruebas. En este último contexto, el término se utiliza con mayor frecuencia para decir que la pastilla está completamente madura al realizar una serie de ciclos de pulido en un vehículo o en un dinamómetro. En este contexto también, la cantidad de veces que se aplique el freno puede equivaler a entre 500 y 1000 millas (800 a 1500 km) en un vehículo. Vulcanizar la superficie de la pastilla es uno de los métodos para realizar el pulido previo al empaque y a la distribución, de manera que la pastilla pueda utilizarse de inmediato. Consulte “Proceso de vulcanizado”.

En un vehículo o en un dinamómetro, se realiza otro tipo de ciclo de pulido (también conocido como ablande) durante una serie de paradas controladas. Consulte “Proceso de ablande”. De esta forma se logran dos funciones:

1. Se completa la preparación del material de la pastilla más cercano al rotor para que funcione de la forma más efectiva. Función también realizada mediante el proceso de vulcanizado.
2. En el caso de un material de pastilla que funcione por fricción adherente, se crea una capa de transferencia controlada y uniforme del material de la pastilla en la superficie del rotor para frenos a fin de promover lo que se conoce como mecanismo de fricción “adherente”. Consulte “Fricción adherente”.

Caliper La parte de “sujeción hidráulica” de un sistema de frenos de disco. Fabricado con material ferroso o no ferroso y unido al apoyo de la suspensión (o “articulación”), el caliper generalmente mantiene las pastillas en su lugar y, a través de la acción de los pistones hidráulicos que actúan gracias al cilindro maestro, las fuerza contra la superficie rotativa del disco al aplicarse presión al pedal del freno.

1. Caliper fijo: Caliper de freno en el que dos o más pistones están colocados en ambos lados de un cuerpo rígido con el disco en el centro. Debido a su rigidez inherente el caliper fijo es el único diseño apto para las categorías de carreras donde está permitido y es el diseño preferido para los autos de alto rendimiento. Sin embargo, su tamaño, su costo y su peso proporcionalmente mayores impiden que sea usado de forma generalizada en los vehículos de pasajeros.
2. Caliper flotante: Diseño en el que un pistón simple o doble se coloca en el interior del disco y el cuerpo externo del caliper se desliza en las superficies correspondientes al reaccionar a la presión del pistón. El pistón fuerza la pastilla interna contra el disco, mientras que el cuerpo externo deslizante sujeta la pastilla externa contra el disco. La falta de rigidez inherente del diseño, en comparación con el diseño del caliper fijo, combinada con la fricción inherente en el cuerpo externo deslizante hace que este diseño sea menos apropiado para el uso en carreras y autos de alto rendimiento. El diseño es adecuado para usarlo en autos de tracción delantera ya que la ausencia de pistones externos permite un mayor desplazamiento de ruedas negativo (hacia adentro). En todas las aplicaciones, este tipo de caliper es más fácil de fabricar y permite mayor flexibilidad de empaque para los diseños de suspensión delantera con radio de pivotamiento nulo o negativo. En ocasiones, se utiliza en la parte trasera en aplicaciones con un diseño fijo en la parte delantera.
3. Caliper abierto: Diseño del caliper fijo en el que la “ventana” por la que se introducen las pastillas está estructuralmente abierta. Este diseño, si bien es menos costoso de fabricar, reduce significativamente la rigidez del caliper.
4. Caliper cerrado: Diseño del caliper fijo en el que la “ventana” por la que se introducen las pastillas está estructuralmente reforzada por un puente.
5. Puente del caliper: Refuerzo estructural de la cara abierta de un caliper fijo. Para ser efectivo, el puente debe ser atornillado o sujetado en su lugar con los elementos de fijación correctos.

Pistones del caliper Tazas hidráulicas que transmiten presión de línea a las pastillas para sujetarlas contra el disco rotativo. Son fabricadas en aluminio, acero, acero inoxidable, titanio o fenólico y selladas en los orificios del caliper, por lo tanto, el diseño mecánico del pistón es de suma importancia. El ligero movimiento de la pastilla puede hacer que el pistón “choque” con las paredes de su orificio; por lo tanto, para que el pistón tenga espacio, los coeficientes térmicos de expansión entre el pistón y el caliper, así como el diseño del sello y la ubicación son sumamente importantes. Es necesario tener cuidado al utilizar pistones o sellos de un proveedor que no es fabricante de equipos originales. En todos los casos en que una pieza Stoptech aparezca en la lista como un repuesto directo para la pieza de equipo original, funcionará tan bien como la pieza original.

Carbón/freno de carbón Sistema de frenos en el que tanto los discos como las pastillas están fabricados de material compuesto de carbón. Los frenos de carbón, que son utilizados en cualquier forma de carreras donde la ley lo permita, ofrecen considerable reducción de masa rotativa e inercia, mayor capacidad térmica y estabilidad dimensional durante el uso. Las desventajas incluyen el costo, cierto período de retraso a medida que se incrementa el calor (especialmente en lo mojado) y cierta dificultad de modulación. A diferencia de la creencia popular, el coeficiente de fricción no es mejor que el de las pastillas de carbono metálicas de última generación ni de los discos de hierro fundido. El mecanismo de fricción es adherente. Una ventaja importante en las súper autopistas es la reducción de precesión giroscópica al entrar a

una curva.

Hierro fundido Hierro metálico que contiene más del 2% de carbón disuelto dentro de su matriz (diferente al acero que contiene menos del 2%) y menos del 4.5%. Gracias a su costo, su relativa facilidad de fabricación y su estabilidad térmica, el hierro fundido (a veces conocido como “hierro fundido gris” por su color característico, aunque realmente es un material mucho más especializado para las aplicaciones de frenado) es el material elegido para casi todos los discos de frenos automotrices. Para que funcione correctamente, las piezas deben ser producidas en la fundición con ciclos de enfriamiento y productos químicos estrictamente monitoreados para controlar la forma, la distribución y el tipo de precipitación del exceso de carbón. Esto se realiza con el fin de minimizar la distorsión en la maquinaria, proporcionar buenas características de desgaste, amortiguar las vibraciones y evitar las grietas con el uso posterior.

Núcleo central dividido Los rotores para frenos se fabrican por medio de moldeado en arena, donde el hierro fundido se vierte en una cavidad en un molde de arena y se deja enfriar. En el caso de un rotor para frenos sólido, la cavidad formada existe entre muescas en el molde de arena en cada lado de la línea de apertura del molde. Para crear la cavidad entre cada paleta de enfriamiento, se debe fabricar un núcleo de arena separado y colocarlo entre las dos mitades del molde de arena. Al formar el núcleo de arena, se debe incluir cierta inclinación o ángulo de desmoldeo de manera que el núcleo pueda retirarse fácilmente de la caja en la que se formó.

En un diseño de núcleo central dividido, el núcleo de arena de la cavidad de la paleta de enfriamiento generalmente está formado por dos mitades simétricas. De esta manera, se obtiene la paleta de enfriamiento moldeada con el mismo espesor en los puntos donde se conecta con las láminas de fricción interna y externa. Esta simetría de espesor promueve la transferencia uniforme de calor desde ambas láminas de fricción hacia las paletas de enfriamiento.

Un método alternativo y menos complicado es el diseño de núcleo lateral dividido. El núcleo se forma a partir de un molde y una lámina plana, en vez de dos mitades y forma un ángulo de desmoldeo que se inclina hacia la paleta, lo que produce un lado mucho más delgado que el otro. De esta manera, se inhibe la transferencia de calor desde la lámina de fricción conectada al costado más delgado de la paleta, lo que hace que esa lámina de fricción tienda a funcionar a una temperatura más alta que la otra lámina.

Botones de cerámica Botones aislantes insertados en la cara de los pistones del caliper para autos de carreras a fin de reducir la conducción de calor hacia el líquido de frenos. Actualmente no se usan en autos de carreras, excepto en las denominadas “Series especiales” ya que los botones de titanio han resultado ser más efectivos.

Revestimientos cerámicos Algunos calipers de carreras incluyen un revestimiento cerámico rociado hacia las superficies interiores como barrera de radiación para disminuir la transferencia de calor del disco y las pastillas al caliper y al líquido.

Prueba de Chase La prueba de Chase es un método de prueba de fricción relativamente sencillo utilizado para asignar códigos de borde de fricción. Consulte “Código de borde”. La prueba de Chase mide el coeficiente del rango de fricción para determinar la “fricción normal y caliente” cuando el material de fricción de una pieza de 1” es sometido a diversas condiciones de temperatura, presión y velocidad de frotación en una máquina de pruebas, también conocida como máquina de chase. Consulte “Normas J, Procedimientos y Prácticas recomendadas, SAE, J661”.

<p>Fuerza de sujeción La fuerza de sujeción de un caliper expresada en libras, en unidades de pulgada-libra-segundo (IPS) es la presión de línea de freno, en psi (libras por pulgada cuadrada), multiplicada por el área del pistón, en pulgadas cuadradas, de una mitad del caliper en un caliper fijo y el total del área del pistón en un diseño flotante. Para aumentar la fuerza de sujeción es necesario aumentar la presión de línea o el área del pistón. Un aumento del área de la pastilla o del coeficiente de fricción no aumentará la fuerza de sujeción.</p>
<p>Coeficiente de fricción (COF, por sus siglas en inglés) Una indicación sin dimensiones de las cualidades de fricción de un material en comparación con otro. Consulte más información en “Coeficiente de fricción (cont.)” más adelante.</p>
<p>Compresibilidad Todos los materiales son compresibles. Bajo suficiente presión, la roca de Gibraltar se compactaría hasta cierto punto. Es importante que el material de fricción de la pastilla no se comprima considerablemente bajo la fuerza de sujeción esperada. Si lo hace, el desgaste de la pastilla será disparejo y se comprometerá la eficiencia del frenado. La compresibilidad no se menciona con frecuencia en la publicidad, pero debería. La compresibilidad de un material dado y los índices de desgaste son los dos factores principales que se consideran para determinar el tamaño de una pastilla para una aplicación dada.</p>
<p>Conducción Uno de los únicos tres mecanismos de transferencia de calor. Los otros dos mecanismos son convección y radiación. La conducción es la transferencia de calor a través del contacto físico. Por ejemplo, cierta cantidad del calor generado por el sistema de frenos del automóvil se transfiere a los pistones del caliper y, desde allí, al líquido de frenos por conducción. Otra parte del calor se transfiere al buje, a los cojinetes verticales (nudillos) y a las ruedas de la misma manera. Los discos de dos piezas o discos flotantes reducen la conducción hacia el buje, y hacia otras partes gracias al sombrero intermedio. La conducción también es la estrategia utilizada en todos los diseños para mover el calor desde la interfase de la pastilla del disco a las paletas. Si esta es la principal estrategia utilizada para la transferencia de calor, entonces se sacrifican el peso y la penalidad inercial en una pieza rotativa.</p>
<p>Convección Uno de los únicos tres mecanismos de transferencia de calor. Los otros dos mecanismos son conducción y radiación. La convección es la transferencia de calor a través del flujo de líquidos. En un modelo térmico de sistema de frenos, el aire puede considerarse como líquido cuando se mueve y entra en contacto con las superficies calientes del disco o el tambor. En el caso de un disco sólido, el aire que se mueve sobre la superficie del disco cumple la función de proporcionar un poco de enfriamiento. En el caso de un disco ventilado, por la presión de un ducto de aire forzado o por un flujo inducido como resultado de la aceleración centrífuga del aire existente en la ventilación de un disco rotativo, el aire fluye por las salidas de aire. El aire absorbe energía térmica por el conducto de ventilación. De esta forma, el calor generado por el sistema de frenos de un automóvil se transfiere al flujo de aire en movimiento y se aleja de los discos de frenos.</p>
<p>Grietas Las grietas se deben principalmente al ciclo del calor que debilita los discos de hierro fundido. El mecanismo exacto de esta falla está en discusión. Los discos de hierro fundido se forman con el exceso de carbón precipitado en forma de láminas o escamas de carbón dispersas por toda la matriz de hierro. Lo que se cree que sucede es que al operar los discos a temperaturas superiores a los 900° F, el carbono se vuelve más flexible o “líquido” en su forma, debido en parte a la expansión térmica de la matriz de hierro. Luego, a medida que el disco se enfría relativamente rápido a una temperatura inferior a los 900° F, el carbono queda atrapado en una forma modificada más al azar que cuando se fundió por primera vez. Esto crea una tensión interna en la pieza y transforma el disco continuamente al liberar tensión por las grietas. Las grietas comienzan a aparecer entre las escamas de carbono. El hierro nodular o dúctil resistiría las grietas debido al exceso de carbón precipitado en forma esferoidal, pero este como otros materiales alternativos, no tiene las propiedades mecánicas necesarias para</p>

funcionar de forma ideal en una aplicación de discos de frenos. Los discos fabricados para resistir las grietas a través de productos químicos y enfriamiento controlado en la fundición, seguirán agrietándose pero de manera más lenta y tendrán la forma de cuarteado por choque térmico en la superficie. En algunos casos, las grietas comenzarán a aparecer en la periferia del disco y se propagarán hacia adentro. En esta situación, la propagación puede retrasarse al perforar pequeños orificios en los extremos de las grietas (taladrado con tope). No obstante, esto no es muy recomendable, ya que si las grietas continúan propagándose de forma inadvertida, puede surgir una falla mecánica catastrófica. Reemplace el disco al primer signo de grietas de cualquier tamaño en el borde externo. Nota histórica: el objetivo original del disco curvo o de paletas en ángulo era evitar que las grietas se propagaran colocando una paleta sólida en la huella de la grieta. En segundo término se mejoró la función de enfriamiento.

Templado criogénico El templado criogénico es un proceso único que involucra primero un tratamiento de frío extremo seguido de un tratamiento de calor de la pieza de metal. Cuando se funde el rotor para frenos y el hierro fundido se enfría en una forma sólida, la estructura resultante del hierro a un nivel microscópico, por lo general, no es óptima y presenta patrones de tensión distribuidos de forma desigual en toda la pieza. El templado criogénico modifica las características del material y reduce las tensiones internas remanentes del proceso de fundición, por lo que mejora permanentemente el rendimiento y la vida útil del metal.

Tratamiento criogénico Tratamiento criogénico: Proceso térmico en el que los componentes metálicos son enfriados lentamente a una temperatura de casi cero grados Kelvin (-273°C - 459°F) y luego su temperatura es elevada lentamente a temperatura ambiente. Los partidarios de este tratamiento dicen que las tensiones se eliminan y que el hierro se transforma en una micro estructura más uniforme y favorable. Consulte también "Templado criogénico".

D3EA® D3EA® es la sigla de *Dual Dynamometer Differential Effects Analysis* (Análisis de efectos diferenciales de dinamómetro doble) que se refiere a una norma patentada para prueba de fricción. Se trata de un protocolo dinamométrico que mide el rendimiento de los frenos delanteros y traseros de un vehículo durante la misma prueba, de ahí el nombre de Dinamómetro doble. La prueba muestra en qué medida coinciden los materiales de fricción de repuesto con las normas FMVSS aplicables y el rendimiento de los equipos de fabricantes originales. Dado que esta prueba no es una norma Federal ni Internacional, solo se encuentra disponible en una sola fuente, no ha sido revisada por sus pares ni ha obtenido gran aceptación, la certificación a la norma D3EA no difiere de ningún otro derecho de propiedad. Alternativamente, existe el proceso BEEP utilizado por algunos proveedores de materiales de fricción que no se suscriben a la certificación de la D3EA. El proceso BEEP es una norma desarrollada por una asociación de la industria y es administrada por SAE. Consulte "FMVSS", "BEEP" y "SAE".

Diámetros diferenciales El borde anterior de una pastilla de freno se desgasta más rápido que el borde posterior. Esto se debe a que el borde anterior de la pastilla es empujado hacia la superficie del rotor por el par de fricción al aplicar los frenos mientras que el borde posterior se eleva. Asimismo, hay una migración de partículas de material de fricción incandescente del borde anterior al posterior de la pastilla. De hecho, la parte posterior de la pastilla se encuentra en esta capa de material incandescente. Al contar con el diseño óptimo de un pistón del caliper más grande en el borde posterior de la pastilla, el desgaste puede ser más parejo en todo el largo de la pastilla.

Disco La parte rotativa de un sistema de frenos de disco. El disco, unido mecánicamente al eje y, por lo tanto, girando con la rueda y la llanta, proporciona la superficie de fricción en movimiento del sistema, mientras que las pastillas proporcionan las superficies de fricción fijas. Excepto en los autos de carreras, los discos generalmente se fabrican de uno de los distintos grados de hierro fundido. Algunos autos de pasajeros de tracción delantera europeos, donde los frenos traseros trabajan muy poco, usan discos traseros de matriz metálica de aluminio para ahorrar peso. Algunas formas de autos de carreras profesionales usan discos de carbono.

1. Disco de una pieza: Disco moldeado en una sola pieza con su sombrero o campana. Esta es la forma económica de fabricar un disco y es perfectamente adecuada para uso normal. Existen algunos trucos de diseño para reducir la distorsión.
2. Disco flotante: La norma en autos de carreras. El disco flotante o de dos piezas consta de un disco de fricción unido mecánicamente al sombrero por medio de un gatillo o pasador de arrastre. Correctamente diseñado, este sistema permite que el disco se dilate (crezca radialmente) sin ninguna distorsión y flote axialmente, lo que reduce en gran medida la resistencia.
3. Disco sólido: Disco moldeado en una sola pieza apto para autos ligeros no sometidos a condiciones extremas de frenado.
4. Disco ventilado: Disco moldeado con pasajes de enfriamiento internos. La norma en autos de carreras, de alto rendimiento y vehículos pesados.

Ciclo de manejo Ciclo de manejo es un término utilizado para pruebas dinámicas diseñadas para simular perfiles de usuario en el mundo real. Por ejemplo, en el contexto de pruebas de material de fricción o componentes para uso por parte del Departamento de Policía, un ciclo de manejo se desarrollaría utilizando en el vehículo un sistema de adquisición de datos, como nuestro Link 3801 o Racelogic V-Box, para obtener el perfil completo de velocidad, manejo y frenado en un turno común. Estos datos se pueden convertir para simular ese perfil particular en un dinamómetro y ejecutarlo las veces que sean necesarias para igualar un uso diario o mensual o el intervalo de servicio medido de esos tipos de vehículos. Otros ejemplos se utilizan para autos de carreras donde se agregan sensores adicionales para medir la temperatura del rotor y/o de las pastillas y la presión del circuito utilizada para desarrollar con mayor precisión esa prueba de ciclo de manejo particular. Otra prueba del ciclo de manejo es tan simple como desarrollar una serie de paradas repetitivas iniciadas por temperatura o distancia y un índice de desaceleración preestablecido para miles de ciclos de parada o millas.

Rotores perforados o perforados transversalmente Discos que han sido perforados con un patrón de orificios radiales que no se interceptan. Los objetos deben proporcionar una serie de trazados para eliminar la capa límite de partículas volátiles desgasificadas e incandescentes del material de fricción y para aumentar el “agarre” a través de muchos bordes anteriores. La explicación anterior es el motivo principal por el que todos los rotores de cerámica de carbono tienen perforaciones, las cuales mejoran el desempeño del par de fricción en condiciones húmedas. Utilizados generalmente en aplicaciones de autos para carretera con equipos originales, estos orificios pueden ser moldeados y acabados con máquina para proporcionar las mejores condiciones posibles y evitar las grietas durante su uso. Sin embargo, llegará un momento en que se agrieten bajo las circunstancias descritas en una sección anterior (ver Grietas). Diseñados correctamente, los discos perforados tienden a funcionar más fríos que los discos ventilados sin perforaciones del mismo diseño, debido a que los mayores índices de flujo pasan por las ventilaciones de las entradas complementarias y el área de superficie más grande en el orificio; exactamente, las entradas. El flujo ingresa al orificio y sale por la ventilación hacia el diámetro externo del disco. Si los discos están perforados, los bordes externos de los orificios deben ser biselados o achaflanados (o

mejor aún, redondeados) y también aplanados.

Tambor en sombrero Diseño de disco en el que la superficie interna del sombrero funciona como tambor de freno. Se utiliza frecuentemente como freno de mano.

DTV *Disc Thickness Variation* (Variación de grosor del disco) o DTV es un término de la industria para describir una condición del rotor para frenos donde las superficies de las láminas de fricción (las superficies planas contra las que hacen fricción las pastillas) se encuentran más cerca o más separadas en distintos puntos en la rotación del rotor. La variación de grosor del rotor, ya sea que así fue fabricado o fue “modificado” posteriormente en un taller durante un trabajo de frenos, por lo general, se da en un punto cuando las láminas de las dos superficies de fricción no están paralelas. Al aplicar los frenos, el sistema hidráulico se mueve y sostiene los pistones, y estos presionan las pastillas contra las láminas de fricción. Por consiguiente, cuando se alcanza la posición en la rotación del rotor donde el grosor del rotor entre las pastillas aumenta al máximo, se produce un aumento de la fuerza de sujeción, del par en el conjunto de la rueda/llanta y de la presión en el circuito hidráulico. Luego, cuando el rotor pasa este punto, el par y la presión disminuyen. Cada rotación del rotor produce este aumento y caída del par y de la presión enviando una potencia vibrante tanto al volante como al pedal del freno. En caso de que la condición descrita anteriormente exista en ambos rotores para frenos en un eje delantero, el par oscilante puede producir una vibración de lado a lado mucho mayor. Si esta variación de grosor, que originalmente se debió a un error de fabricación, es pequeña y casi imperceptible al principio, eventualmente se convierte en un problema evidente cuando el material de la pastilla se deposita en la posición gruesa debido a que la temperatura del rotor es mucho más elevada en esa parte. Se puede observar un resultado similar cuando un auto que se ha manejado en condiciones extremas se detiene cuando la pastilla y el rotor aún no se han ablandado completamente. En este caso, una pastilla muy caliente se detiene en la superficie de fricción y una parte del material de la pastilla se transfiere a la lámina de fricción en un solo lugar. Esta ligera acumulación de material funciona como se describe más arriba cuando el rotor fue fabricado con una ligera variación de grosor para promover el depósito de material de pastilla adicional en el punto de mayor grosor. Esta condición se conoce generalmente como rotor alabeado debido a la oscilación característica con la rotación del rotor.

Este tipo de variación de grosor debido a la transferencia de la pastilla puede producirse en múltiples lugares en un rotor.

Tornear el metal de un rotor para corregir la variación de grosor o la transferencia desigual de la pastilla sirve para corregir el error de fabricación y el exceso de depósito de material de la pastilla solo si se hace inmediatamente después de haber advertido el problema y solo si se hace correctamente para mejorar la condición paralela de las dos láminas de fricción. Es casi imposible corregir la variación de grosor del disco utilizando una herramienta de un solo punto en un torno para frenos de un taller. La industria usa un término conocido como “corte superpuesto” para describir un método de corte en dos puntos con el que seguramente se obtendrán resultados satisfactorios. En muchos casos, se producirán cambios metalúrgicos debajo de los depósitos de material de la pastilla que se resisten al corte mediante el torno, por lo que siempre existirá una ligera diferencia de grosor después del torneado y el problema volverá con el tiempo.

Mangas antipolvo Cubiertas de hule que cubren la parte expuesta de los pistones del caliper para evitar el ingreso de polvo y mugre de la carretera. Dado que ningún compuesto de hule resistiría las temperaturas generadas por los frenos en autos de carreras, las mangas antipolvo no se usan en estos autos y se deberán retirar antes de cualquier uso brusco durante largos períodos. Se han desarrollado nuevos materiales con silicona para aumentar el rango de temperatura cuando se puedan utilizar las

mangas antipolvo.

EBD Sigla de *Electronic Brake Distribution* (Distribución electrónica de frenado)
Consulte "Distribución electrónica de frenado".

Código de borde Código de borde es un término utilizado para los frenos de vehículos y se refiere a una asignación de letras impresas en el borde de los discos portafrenos o las láminas de fricción de la pastilla que describen las características de fricción del material. La primera letra describe el coeficiente normal de fricción. La segunda letra describe el coeficiente "caliente" de fricción o la resistencia al desgaste por fricción. Consulte "Coeficiente de fricción" y "Resistencia al desgaste". El objetivo es ayudar a los instaladores a asegurarse de que el código de borde del material de fricción que están instalando coincida con el original especificado para el vehículo. La importancia dada al código de borde por un instalador siempre difiere y con frecuencia se basa en la experiencia del instalador con un producto en particular. Tal como estaba previsto utilizarlo al principio, especialmente al frente de un vehículo, la instalación de láminas de fricción de la pastilla con una asignación más baja en cualquiera de las dos letras no sería recomendable por razones de seguridad y balance de frenos. La aplicación de Códigos de borde fue descrita originalmente en SAE J866a. La norma SAE J866a se basó en el procedimiento de prueba de SAE J661. El documento J866a ya no es una Práctica recomendada de SAE, pero ha sido abiertamente adoptada por otros países. La norma inglesa BS AU-142 es un ejemplo. Posteriormente, hubo muchos debates sobre la determinación de Códigos de borde, incluido un documento publicado por SAE en el que se rechaza el uso de las Prácticas recomendadas de SAE J866a y este debió ser retirado a principios de 1995 ya que estaba pendiente la aprobación de una nueva norma: la J1652, la cual fue cancelada en mayo del 2002. En cada posición del código de borde, la letra corresponde a un resultado que se adapta al rango en el cuadro a continuación:

Letra de código	Coefficiente de fricción
C	No más de 0.15
D	Más de 0.15 pero no más de 0.25
E	Más de 0.25 pero no más de 0.35
F	Más de 0.35 pero no más de 0.45
G	Más de 0.45 pero no más de 0.55
H	Más de 0.55
Z	Sin clasificar

Rango de temperatura efectiva Rango de temperaturas de funcionamiento en el que el material de la pastilla sigue siendo efectivo o constante. Al igual que con el coeficiente de fricción, esta información debe utilizarse con fines comparativos únicamente, ya que los procedimientos de medición varían de un fabricante a otro y la temperatura de las pastillas depende de la masa del disco y el índice de enfriamiento. Un término similar, Temperatura máxima de operación (MOT, por sus siglas en inglés), se utiliza para denotar el límite superior del rango de temperatura.

Distribución electrónica de frenado Los sistemas de Distribución electrónica de frenado (EBD por sus siglas en inglés) controlan diferencialmente la presión de línea aplicada a los frenos del eje delantero y trasero bajo condiciones similares en las que funcionaría una válvula de limitación de presión o una válvula de dosificación. Los sistemas de EBD generalmente utilizan software calibrado para realizar la función de una válvula de dosificación de la línea de freno en combinación con los herrajes del sistema ABS para eliminar la necesidad de una válvula autónoma. En la mayoría de los casos, al desactivar el sistema ABS de un vehículo, se desactiva la función de EBD. Es necesario verificar en la documentación del fabricante del vehículo el estado de esta importante función, si planea desactivar el sistema ABS. Consulte “Válvula de dosificación”.

Líquido de frenos con base de éter Los líquidos de frenos “normales” están compuestos de ésteres de alquil poliglicol éter. A veces, también conocidos como líquidos de ésteres de borato de éter de glicol. Los líquidos DOT 3 y DOT 4 son adecuados para uso en autos de pasajeros de alto rendimiento.

Desgaste Pérdida de eficiencia de frenado debido a un exceso de estrés térmico. Hay tres tipos separados y definidos de desgaste de frenos:

1. Desgaste de la pastilla: Cuando la temperatura en la interfaz entre la pastilla y el rotor supera la capacidad térmica de la pastilla, la pastilla pierde capacidad de fricción debido, en parte, a la desgasificación de los aglutinantes en el compuesto de la pastilla. El pedal del freno permanece firme y sólido, pero el auto no se detendrá. La primera indicación es un olor definido y desagradable, que debe servir como advertencia para disminuir la entrada térmica en los frenos; se recomienda cambiar a una velocidad más baja para frenar con motor o bajar la velocidad, como cuando se está en una pista, o ambas.
2. Líquido hirviendo: Cuando el líquido hierve en los calipers, se forman burbujas de gas. Dado que los gases son comprimibles, el pedal del freno se vuelve suave y “pastoso” y el recorrido del pedal aumenta. Probablemente pueda detener el auto bombeando el pedal, pero ya no habrá una modulación eficiente. Este es un proceso gradual con muchas advertencias.
3. Pérdida de intensidad inicial: Al colocar por primera vez la pastilla, los primeros ciclos de calor harán que los elementos volátiles del material se desgasifiquen. El proceso continúa durante toda la vida de servicio de la pastilla, pero es más pronunciado en el proceso de ablande cuando los materiales desgasificados forman una capa resbalosa entre la pastilla y el disco, lo que reduce el coeficiente de fricción casi a cero. Una vez que las pastillas se han ablandado, el proceso de desgasificación es tan lento que no causa problemas a menos que se supere el rango de temperatura efectiva de la pastilla.

Resistencia al desgaste Término generalmente utilizado para referirse al rendimiento del coeficiente de fricción con calor de los materiales de la pastilla. Consulte “Desgaste, Desgaste de la pastilla”.

Moldeado en arena fina Los rotores para frenos se fabrican por medio de moldeado en arena. El hierro fundido se vierte en un molde de arena y se deja enfriar. Moldeado en arena fina se refiere al tamaño de cada grano de arena. La arena se divide en 5 categorías: muy fina, fina, media, gruesa y muy gruesa. La arena fina varía en diámetro entre 0.125 mm y 0.250 mm. El uso de arena fina permite que la fundición logre excelentes detalles de la superficie. Por el contrario, con el uso de arena gruesa se obtiene una superficie con textura guijarrosa o áspera.

<p>Fireband Nombre dado a la capa límite de partículas volátiles desgasificadas e incandescentes del material de fricción que rota con el disco.</p>
<p>FMSI FMSI es la sigla de Friction Material Standards Institute (Instituto de Normalización de Materiales de Fricción). Consulte “Instituto de Normalización de Materiales de Fricción”.</p>
<p>FMVSS FMVSS es la sigla de Federal Motor Vehicle Safety Standard (Norma Federal de Seguridad de Vehículos de Motor). Es un compendio de normas federales de los EE. UU. sobre los vehículos y los criterios mínimos de rendimiento de los componentes. Las normas más comunes sobre autos de pasajeros y camiones ligeros son:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. FMVSS 105: Antes del 2000, todos los vehículos nuevos debían cumplir con esta norma que especificaba distancias máximas de parada según el peso del vehículo, la carga, el esfuerzo del pedal con y sin potencia auxiliar y la condición variante de fricción del freno como nuevo, pulido y desgastado. 2. FMVSS 106: Esta norma trata sobre el material de mangueras hidráulicas, ensamblaje, marcación y pruebas. 3. FMVSS 135: Desde el año 2000, surge esta versión más rígida de la FMVSS 105 para abordar cambios en las tecnologías de los vehículos como el sistema ABS. Nuevamente, esta es una norma aplicable a vehículos nuevos únicamente. Consulte “ABS”.
<p>Coeficiente de fricción (cont.) El Coeficiente de fricción es una medida de resistencia al movimiento o deslizamiento del material sobre una superficie. Un modelo para definir el Coeficiente de fricción sería, en un campo gravitacional, cuando un bloque de cierto peso se mantiene quieto en una superficie y está atado por un costado a un hilo paralelo a la superficie, el hilo pasa sobre una polea de insignificante resistencia hasta otro bloque de peso variable que cuelga sobre el costado de la superficie, el peso del segundo bloque es el que producirá el movimiento del primer bloque. El Coeficiente de fricción es el peso del segundo bloque (que jala) dividido por el peso del primer bloque (que comienza fijo). En el contexto de la combinación entre fricción y rotor de un vehículo totalmente ablandado, este número, en general, se encuentra por debajo de 1 y, con frecuencia, se encuentra en un rango de 0.3 a 0.6. Esto se menciona junto con otro conjunto de condiciones, que incluye la temperatura o si el juego de pastillas es “nuevo” o está ablandado. Mientras mayor sea el coeficiente, mayor será la fricción. Los coeficientes comunes de las pastillas de autos de pasajeros oscilan entre 0.3 y 0.4. Las pastillas para autos de carreras oscilan en un rango de 0.5 y 0.6. Lo mejor es seleccionar una pastilla con un coeficiente prácticamente continuo, pero descendente sobre el rango de temperaturas de funcionamiento esperado. Como resultado, el conductor no tiene que esperar a que la pastilla se caliente antes de que agarre, y el desgaste de la pastilla no será un factor para facilitar la modulación (ver “forma de la trayectoria”).</p>
<p>Consistencia de fricción La variación en el coeficiente de fricción sobre un rango de paradas repetidas. La varianza mínima permite una modulación de frenado eficiente y conductores de autos de carreras felices.</p>
<p>Par de fricción Por lo general, significa lo mismo que el coeficiente de fricción. Se utiliza en relación con el coeficiente de fricción en un rango de condiciones.</p>
<p>Nivel de fricción Consulte “Coeficiente de fricción”.</p>
<p>Instituto de Normalización de Materiales de Fricción El Instituto de Normalización de Materiales de Fricción (FMSI) es una asociación de productores y distribuidores de</p>

materiales de fricción, como fabricantes estadounidenses de revestimientos para frenos y/o cubiertas para embragues; fabricantes extranjeros y estadounidenses de balatas, materiales o herramientas para el ensamblaje de materiales de fricción. Su función es mantener un sistema de numeración y clasificación de revestimientos para frenos de manera que los revestimientos de repuesto puedan ser fabricados y suministrados correctamente, en toda la industria. Centric Parts es uno de los principales miembros colaboradores del FMSI.

Mecanismos de fricción Para que una pastilla y un disco funcionen como freno la energía cinética debe convertirse en energía térmica. Existen dos modelos principales del mecanismo de conversión; ambos requieren el rompimiento de aglutinantes para liberar energía. En el caso del modelo de abrasión los aglutinantes que se rompen son los que ya existen en un material; ver Fricción abrasiva. Los aglutinantes se rompen debido al desgaste o abrasión de una partícula o material más duro en contacto directo con estos. El segundo modelo es el modelo de adhesión-rompimiento donde la temperatura y la presión en la interfaz entre la pastilla y la superficie del disco producen la fusión de un material con el otro, o la difusión de un material en el otro. En este caso, los aglutinantes formados al instante en el proceso se rompen liberando energía. Consulte Fricción adherente. Los materiales de fricción de las pastillas usan ambos modelos al mismo tiempo o en diferentes momentos. El mecanismo abrasivo predomina a temperaturas más bajas, pero también es necesario para controlar la acumulación de materiales con un bajo punto de fusión a temperaturas elevadas donde parece predominar el mecanismo de adhesión-rompimiento. El modelo de adhesión-rompimiento requiere que se establezca una capa de transferencia del material de fricción sobre la superficie del disco para que funcione. El modelo de Fricción abrasiva es el mecanismo principal en muchos diseños de automóviles europeos de alto contenido de polvo donde el disco se desgasta visiblemente junto con la pastilla. El hierro en estos discos es un una forma de hierro fundido más “suave” y más amortiguado.

G3000 y G4000 G3000 y G4000 son dos grados diferentes de material de hierro fundido gris para automóviles definidos por la norma SAE J431. Los materiales utilizados regularmente varían en un rango de G1800 a G4000. El porcentaje de los pequeños componentes del material, como carbono, hierro, manganeso, fósforo, silicón y sulfuro, más la dureza Brinell y la carga de rotura, marca la diferencia entre un grado y otro. Los grados de material más altos se caracterizan por un contenido más bajo de carbono, y mayor dureza y carga de rotura. Sin embargo, la norma SAE J431 no constituye una escala de calidad. Cada grado del material en el rango tiene un uso ideal o mejor. Por ejemplo, el hierro G1800 de menor grado es perfecto para moldear tambores para frenos, mientras que los grados más altos G3000, G3500 y G4000 generalmente se utilizan para discos de frenos de repuesto. Por lo general, una menor carga de rotura implica una tendencia mínima a hacer ruido. Lo que a veces se conoce como hierros con amortiguación de ruido son hierros de grado G1800. Este grado puede utilizarse en rotores para frenos si el diseño y el perfil de uso toman en cuenta la fuerza del material.

Líquido de frenos de glicol Consulte “Líquido de frenos con base de éter”.

Ranuras Consulte “Con ranuras”.

Ranurado Patrón de desgaste de ranuras concéntricas en la superficie de un disco. Esto puede ser a causa de inclusiones dentro del material de la pastilla, material de la pastilla inadecuado para las condiciones de funcionamiento, mala fabricación inicial del

disco y/o procedimiento de ablande incorrecto. No es motivo de preocupación en autos de pasajeros. A menudo se ve en rotores perforados en línea con los orificios debido a que el área de la pastilla que está a la misma altura radial es más fría y lo suficientemente más fría con respecto del lugar donde el mecanismo de fricción abrasiva es más dominante. Mientras que el área sólida y un poco más caliente es donde el mecanismo de adherencia es más dominante. El mecanismo resultante que alterna tanto fricción abrasiva como adherente aparece con ranuras concéntricas correspondientes a los orificios perforados. Consulte también “Fricción abrasiva” y “Fricción adherente”.

Agrietamiento del molde por choque térmico El precursor de las grietas. El agrietamiento del molde, en realidad, se refiere a las grietas en la superficie causadas por choque térmico. Por sí solo el agrietamiento del molde no es una causa de preocupación en un auto conducido en la calle, pero sí constituye una advertencia de que el disco no está recibiendo suficiente aire frío y seguramente comenzarán a aparecer grietas. Este agrietamiento es común en un auto de carreras y debe ser monitoreado. Consulte también la sección “Grietas”.

Relación hidráulica Relación del desplazamiento líquido del cilindro maestro con respecto del líquido desplazado en los pistones del caliper. La relación hidráulica es un factor importante en la ecuación del esfuerzo del pedal; mientras más alta sea la relación, menor será el esfuerzo del pedal requerido, pero más largo será el recorrido del pedal para alcanzar una fuerza de sujeción dada. Mientras más rígido sea el diseño del caliper y de la pastilla, mayor será la relación hidráulica empleada.

Hidroscópico Término generalmente mal utilizado para describir una característica de la mayoría de los líquidos de frenos para absorber agua. El término correcto que se debe utilizar es higroscópico. Consulte “Higroscópico”.

Higroscópico Propiedad de absorber agua. Todos los líquidos de frenos que no son a base de silicona son higroscópicos por naturaleza. La absorción de una diminuta cantidad de agua disminuirá drásticamente el punto de ebullición del líquido de frenos. Por esta razón, el líquido de frenos debe ser cambiado por completo cada año o con mayor frecuencia en condiciones de uso severo. En los autos de carreras profesionales, el líquido se cambia todos los días.

“Normas J, Procedimientos o Prácticas recomendadas, SAE” Normas J, Procedimientos o Prácticas recomendadas son una serie de documentos de opinión formales sobre diversos temas que se consideran que requieren documentación y aportaciones para el público, la industria y los organismos de gobierno por parte de la Sociedad de Ingenieros Automotrices (Society of Automotive Engineers, SAE). Estos documentos cubren una amplia variedad de temas, pero nos referiremos únicamente a los temas relativos a frenos de vehículos y pruebas de frenado; más adelante se irán agregando más. Los siguientes enunciados de alcance fueron copiados de las descripciones del documento de SAE:

J431: “Hierro fundido gris para automóviles”: esta norma SAE abarca la dureza, la carga de rotura, la micro estructura y los requisitos especiales del moldeado en arena del hierro fundido gris que se utiliza en la industria automotriz e industrias aliadas.

J866a: Fue retirada antes de la aprobación a principios de 1995 de SAE J1652. Consulte J1652 más abajo.

J661: “Procedimiento de prueba de control de calidad del revestimiento para frenos”: el objetivo de esta Práctica recomendada de SAE es establecer un procedimiento de laboratorio uniforme para asegurar y reportar las características de fricción y desgaste de los revestimientos para frenos. Los datos de rendimiento obtenidos pueden ser utilizados para el control de calidad dentro de la planta por los fabricantes de revestimientos para frenos y para evaluaciones de calidad de los envíos entrantes por los compradores de revestimientos para frenos.

J1652: La “Prueba de caracterización de efectividad dinamoétrica para materiales de fricción para frenos de disco del caliper para autos de pasajeros y camiones ligeros” fue cancelada en mayo del 2002. Su objetivo era probar la efectividad de los frenos de disco de los autos de pasajeros y los camiones ligeros. Se especificó una fórmula para calcular niveles de fricción normales y calientes utilizando un promedio registrado de 9 paradas a 212° F y presiones de línea que varían entre 10 psi y 50 psi, seguidas de otras 9 paradas similares a 600° F.

J2430: “Práctica y aplicación recomendadas para caracterizar la efectividad de los materiales de fricción para frenos del mercado de piezas de repuesto”: el objetivo de este documento es describir los antecedentes y los usos de la Práctica recomendada SAE J2430 para la Prueba de efectividad dinamoétrica y el uso de las pautas del BMC para caracterizar los productos de materiales de fricción del mercado de piezas de repuesto como un avance sobre la prueba regular de SAE J661, apoyar la resolución del BMC acerca de que los materiales de fricción del mercado de piezas de repuesto no deben deteriorar el rendimiento del vehículo más allá de la Norma Federal de Seguridad de Vehículos de Motor aplicable.

J2521: “Matriz para chirrido de frenos de disco y tambor dinamoétricos”: este procedimiento es aplicable en casos de chirridos de alta frecuencia en autos de pasajeros y camiones ligeros que se utilizan en condiciones de funcionamiento convencionales. El procedimiento no engloba las consecuencias asociadas con los cambios del medio ambiente, como variaciones de temperatura y humedad. El objetivo de esta práctica de prueba recomendada es establecer un método común reconocido universalmente para realizar una serie de pruebas para identificar la tendencia de un conjunto de frenos a producir ruidos de chirrido en una variedad de condiciones de prueba.

J2522: “Efectividad dinamoétrica global de los frenos”: esta Práctica recomendada de SAE define un procedimiento de Prueba dinamoétrica de inercia que evalúa la efectividad del material de fricción respecto de la presión, la temperatura y la velocidad de los vehículos de motor provistos con el accionamiento de frenos hidráulicos. El objetivo principal de la norma SAE J2522 es comparar materiales de fricción en condiciones lo más iguales posible. Para explicar el comportamiento de enfriamiento de diferentes stands de prueba, las secciones de desgaste son controladas por la temperatura. También conocida como prueba AK Master. Consulte “AK Master”.

J2707: “Procedimiento de prueba de desgaste en dinamómetro de inercia para

materiales de fricción para frenos”: esta Práctica recomendada de SAE especifica un procedimiento de pruebas dinámicas para medir los revestimientos para frenos y el desgaste de las pastillas de los frenos de disco del servicio automotriz. Algunos vehículos de motor y motocicletas especiales están excluidos de esta aplicación. También están excluidos de esta práctica los tráilers con una Clasificación de peso bruto combinado que supere las 40 toneladas.

J2784: “Prueba dinámica de inercia de la FMVSS para vehículos con una Clasificación de peso bruto del vehículo o GVWR inferior a los 4540 kg”: esta Práctica recomendada deriva del protocolo de pruebas de vehículos 135 de la Norma Federal de Seguridad de Vehículos de Motor como un procedimiento de pruebas dinámicas de inercia uniterminal. Mide la fuerza de frenado, la efectividad del material de fricción y el rendimiento en curvas en un entorno controlado y repetible. El procedimiento de la prueba también incluye secciones opcionales para verificar el rendimiento del freno de mano para frenos traseros. Se aplica a codos de freno de vehículos cubiertos por la FMVSS 135 al usar los herrajes para frenos y los parámetros de prueba correspondientes. Este procedimiento es aplicable para todos los autos de pasajeros y camiones ligeros hasta los límites de peso GVWR mencionados.

Resortes de retracción Pequeños resortes en espiral montados dentro de los pistones del caliper de algunos frenos para evitar que las pastillas se retraigan en exceso debido a la flexión del sistema de suspensión o al desplazamiento de los discos. Si el desplazamiento del disco se encuentra dentro de las especificaciones y el conjunto de montante/eje es suficientemente rígido, no habría necesidad de colocar resortes de retracción. Sin embargo, cuando las condiciones de operación son severas respecto de la fuerza lateral generada o los baches, probablemente sean necesarios en los mejores diseños.

LACT Siglas de LA City test (Prueba de la Ciudad de Los Ángeles). Consulte “Prueba de la Ciudad de Los Ángeles”.

Prueba de la Ciudad de Los Ángeles La prueba de la ciudad de Los Ángeles es una prueba en el vehículo. Comenzó en una época en la que se elegían diferentes áreas

del país para representar un perfil de usuario típico sobre la base de condiciones tales como: terreno, condiciones de la carretera, tráfico, temperatura y humedad. Se han desarrollado otras pruebas similares y, de hecho, hay una nueva de manejo entre las principales ciudades de China. La prueba puede ser simulada hasta cierto grado en los dinamómetros más modernos, pero nada sustituye fácilmente las condiciones reales de la carretera y el tráfico, de manera que los organismos de pruebas, incluidos Link Engineering®, Ford®, y otros ofrecen el servicio de equipar un auto con múltiples sensores y dispositivos de grabación, así como contratar a un conductor para recorrer la ruta establecida en el tráfico de la ciudad de Los Ángeles. Los principales resultados de la prueba son: desgaste de las pastillas y del rotor, así como Ruidos, vibraciones y asperezas (NVH, por sus siglas en inglés).

Borde anterior (de la pastilla) Con respecto a la rotación del disco, el borde anterior es el borde de la pastilla que primero entra en contacto con el disco cuando se aplica presión al pedal. A menos que se usen diámetros de pistones diferenciales, el borde anterior se desgasta mucho más rápido que el borde posterior. Consulte “Pistones diferenciales” y “Desgaste cónico”.

Presión de línea Consulte “Presión de línea de freno”.

Cilindro maestro Cilindro hidráulico que convierte el esfuerzo del conductor en el pedal en presión de líquido hidráulico para transmitirlo posteriormente al extremo de operación del sistema de frenos (calipers).

Transferencia de material Consulte “Mecanismos de fricción”, donde se analiza la transferencia de material beneficioso en contexto, con el modelo de adhesión-rompimiento. Por el contrario, cuando se supera la temperatura de funcionamiento de la pastilla (especialmente las pastillas orgánicas), el material de fricción puede depositarse en la superficie del disco de forma dispareja, disminuyendo la capacidad de frenado y produciendo una irregularidad evidente. La única solución es mejorar el material de la pastilla o aumentar el enfriamiento (o ambos). Para eliminar las “adherencias” nunca se debe utilizar una lija común, que usa óxido de aluminio como abrasivo. Se aplica la misma regla para la limpieza con chorro de arena... ¡No lo haga! La forma correcta de eliminar las adherencias es amolar (no tornearse) el disco. Cuando esto no es práctico, la parte más grande puede eliminarse mediante pulido; y el resto, mediante lijado con papel granate.

Relación mecánica del pedal El pedal del freno está diseñado para multiplicar el esfuerzo del conductor. La relación mecánica del pedal es la distancia desde el punto de pivote del pedal hasta el centro efectivo del pedal, dividido por la distancia desde el punto de pivote hasta la biela del cilindro maestro. Las relaciones comunes varían entre 4:1 y 9:1. Mientras más grande sea la relación, mayor será la multiplicación de fuerza (y más largo el recorrido del pedal).

Matriz metálica (MMC) Término aplicado a una familia de materiales compuestos formados por núcleos metálicos infundidos con “patillas” o “granos” de elementos muy rígidos no metálicos que dan como resultado un material ligero pero fuerte. El más común de los compuestos de matriz metálica es: matriz metálica de cerámica y aluminio; la cerámica generalmente, pero no de manera exclusiva, está compuesta por carburo de silicio, óxidos de aluminio y carburos de boro, los cuales son adecuados para usarlos en calipers de autos de carreras. Asimismo, se han fabricado discos ligeros para aplicaciones de equipos originales y del mercado de piezas de repuesto con carburo de silicio y óxidos de aluminio, aunque con poco éxito debido a dos factores: el primero, una baja temperatura de funcionamiento máxima de los materiales

<p>mencionados, aproximadamente entre 900° y 1000° F; el segundo, el grado de expansión mucho más grande de los materiales MMC a base de aluminio produce distorsión térmica o grietas. En realidad, una aplicación de equipo original tiene ranuras pequeñas y orificios de taladro con tope posicionados radialmente alrededor de la periferia del disco. En todos los casos de discos MMC, el mecanismo de fricción principal es el modelo de adhesión-rompimiento. Consultar la sección “Mecanismos de fricción”.</p>
<p>Modulación Término dado por el proceso mediante el cual el conductor experimentado controla el par de frenado para mantener el retardo máximo sin bloquear las ruedas. Debido a que los seres humanos modulan de forma más eficiente por la fuerza en lugar del desplazamiento, la modulación de frenado efectiva requiere un recorrido mínimo del pedal pero una máxima firmeza de este.</p>
<p>Caliper monobloque Caliper fabricado con una sola pieza de palanquilla, material colado o forjado.</p>
<p>Mu Nombre de la letra griega “m” escrita como “m”, pero pronunciada “mu”. Este símbolo se utiliza en fórmulas matemáticas para reemplazar el coeficiente de fricción. Consulte “Coeficiente de fricción”.</p>
<p>Sistemas de múltiples pastillas Sistemas de caliper que utilizan múltiples pistones (cuatro, seis u ocho) con pastillas separadas y sistemas de apoyo para cada pastilla. El diseño, casi universal en las carreras profesionales, proporciona múltiples bordes anteriores para un mejor “agarre”. Desafortunadamente, la pastilla corta con cualquier cantidad de espesor se inclinará hasta cierto punto en el borde anterior y se elevará en el borde posterior, lo que produce una inclinación longitudinal si el pistón está ubicado simétricamente en la cavidad de la pastilla. Solo si coloca el pistón en el costado posterior de la cavidad de la pastilla se podrá manejar esta tendencia, tal como ocurre con los diámetros diferenciales en los calipers de carreras modernos.</p>
<p>Fricción NAO Abreviatura de Fricción orgánica sin asbesto. El uso del término se fomentó a raíz de la tendencia a discontinuar el uso de asbesto en los Estados Unidos, debido a inquietudes sobre los riesgos para la salud. Las fórmulas de materiales de fricción NAO se desarrollaron para reemplazar el asbesto con otros tipos de fibras, incluida la Kevlar®. Consulte “Asbesto”.</p>
<p>EO Abreviatura de Equipo original. Consulte la sección “Equipo original”. En ocasiones, se usa como abreviatura para referirse al Fabricante de equipos originales (FEO).</p>
<p>FEO Abreviatura de Fabricante de equipos originales.</p>
<p>Resistencia fuera de frenado Condición en la que los pistones del caliper no se retraen completamente al liberar la presión de línea. La resistencia fuera de frenado aumenta la temperatura y el desgaste, a la vez que disminuye la aceleración, la máxima velocidad y la economía de combustible. Esto se produce debido a que el diseño del sello no es óptimo; los sellos se han endurecido por choque térmico o desplazamiento excesivo del disco.</p>
<p>Equipo original Término estándar de la industria para el equipo instalado en el/los modelo(s), referido en contexto, al momento de fabricarlo(s).</p>
<p>Orgánico (material de la pastilla) Familia de materiales de fricción, generalmente con asbesto, utilizados tanto para los revestimientos del tambor como para las pastillas del</p>

<p>disco durante la década de los 80. Actualmente han sido reemplazados por materiales semimetálicos con mejores características de temperatura, pero también se pueden encontrar nuevos compuestos orgánicos sin asbesto (NAO).</p>
<p>Desgasificación Fin de la ebullición de elementos volátiles en materiales de fricción. Si bien la desgasificación es continua durante la vida útil de la pastilla, solo es evidente durante el proceso de ablande o cuando se ha excedido la capacidad límite de temperatura de la pastilla. En esas condiciones las partículas volátiles forman una capa entre los materiales de fricción y la superficie del disco, produciendo un olor desagradable y la “pérdida de intensidad inicial”.</p>
<p>Pastilla El elemento fijo del sistema de frenos de disco. Las pastillas, compuestas por material de fricción unido a los discos portafrenos de acero, se mantienen en su lugar gracias al caliper y chocan contra el disco por medio de los pistones del caliper al aplicar presión al pedal.</p>
<p>Sistemas de apoyo para pastillas (o láminas de apoyo para pastillas) Elementos mecánicos que localizan las pastillas en el caliper y proporcionan una superficie dura para que las pastillas se deslicen. No se debe confiar en los calipers no ferrosos (aluminio o MMC), que no proporcionan una superficie dura y suave para localizar los extremos de las pastillas y proporcionan una superficie de deslizamiento eficiente.</p>
<p>Retracción de la pastilla Para evitar la resistencia y el desgaste prematuro de la pastilla, los sistemas de sellado diseñados correctamente retraen los pistones del caliper unas milésimas de pulgada al liberar la presión del pedal. Esto permite que el mínimo desplazamiento del disco “retraiga” las pastillas para evitar el contacto con el disco. Cuando todo funciona correctamente la cantidad de retracción es tan leve que el juego no es evidente al aplicar presión al pedal.</p>
<p>Sistema de frenos balanceados de rendimiento Durante un evento de una sola parada, si se aumenta continuamente la fuerza de frenado, las llantas del auto deben romper la tracción. Si las ruedas delanteras alcanzan su límite de tracción primero, decimos que el auto es de “tracción delantera”, a medida que las llantas delanteras alcanzan el factor limitante para la desaceleración. Si las llantas traseras alcanzan primero su límite de tracción, decimos que el auto es de “tracción trasera”. En ambos casos, las llantas en un extremo del auto han alcanzado su límite antes de que las llantas en el otro extremo sean capaces de contribuir totalmente al frenado, limitando la capacidad de desaceleración máxima del auto. Promovido por StopTech, el Sistema de frenos balanceados de rendimiento se crea al hacer coincidir las dimensiones de los componentes de freno, como cantidad de pistones del caliper, tamaños de los pistones y el diámetro del rotor, con la transferencia dinámica de peso del vehículo que se produce al frenar. El objetivo final del Sistema de frenos balanceados de rendimiento es distribuir las fuerzas de frenado de manera que las cuatro llantas generen simultáneamente el máximo de desaceleración y, por lo tanto, minimicen las distancias de parada.</p>
<p>Adherencias Consulte la sección “Transferencia de material”.</p>
<p>Forma de la trayectoria Forma de la trayectoria de fricción durante una larga aplicación de frenado. Es mucho más fácil y más eficiente para el conductor agregar presión al pedal que retirarla. Por lo tanto, la pastilla más fácil de modular exhibe un agarre inicial alto seguido de un descenso gradual del coeficiente durante la parada. Si el nivel de fricción se incrementa durante la parada, será muy difícil modular el freno.</p>

Proceso de moldeado positivo El moldeado positivo usa un alto nivel de presión para comprimir el material de fricción y unirlo al disco portafrenos. Este proceso garantiza que la densidad del material de fricción sea consistente en toda la pastilla, dando como resultado un desgaste y características de rendimiento parejas durante toda la vida útil de la pastilla de freno.

Endurecimiento posterior Después de que se formó el material de fricción y se adhirió al disco portafrenos (como en el caso de las pastillas de freno moldeadas integralmente), la pastilla de freno siempre sigue una operación de endurecimiento conocida como Endurecimiento posterior. En ocasiones, se utiliza un segundo proceso de Endurecimiento posterior (tratamiento con calor) para ayudar a eliminar la resina menos endurecida, pero no es un sustituto del proceso llamado Proceso de vulcanizado. Consulte "Proceso de vulcanizado".

Válvula de purga de presión Herramienta que permite la rápida purga del sistema y reabastecimiento del líquido. Las válvulas de purga de presión no deben utilizarse en autos de carreras ni de alto rendimiento ya que la rápida extracción del líquido a través de pasajes pequeños puede provocar la cavitación y la formación de burbujas de aire, en vez de eliminarlas. En ningún momento se deberá utilizar una válvula de purga de presión que no contenga una separación física (a través de un diafragma flexible o alguna otra cosa) entre el líquido de frenos y el agente de presurización (aire).

Válvula de dosificación Lo que se conoce como una Válvula de dosificación es en realidad una Válvula limitadora de presión. Su función es limitar la cantidad de presión transmitida a los frenos traseros en una situación brusca de frenado. Las presiones de línea delanteras y traseras son las mismas hasta que se alcanza un punto de "codo" predeterminado. Después de este punto, la presión de línea trasera, aunque aumenta linealmente con el esfuerzo del pedal, aumenta a una velocidad inferior (pendiente) a la presión de línea delantera. El objetivo es evitar el bloqueo de las ruedas traseras y una condición inestable para el conductor. No es buena idea retirar la válvula de dosificación de un automóvil que se va a usar en la autopista. Si cree que es necesario, la mejor forma de hacerlo es retirar por completo la válvula de dosificación de la línea de frenos traseros del Fabricante de equipos originales y reemplazarla con una de las unidades ajustables fabricadas por Tilton Engineering o Automotive Products. No coloque una segunda válvula de dosificación en línea con la unidad del Fabricante de equipos originales. Observe que el software del sistema ABS en ocasiones puede calibrarse para realizar la función de dosificación, lo que elimina la necesidad de una válvula autónoma. Esta función, si se encuentra en un sistema ABS, se conoce como Distribución electrónica de frenado (EBD) porque funciona, como su nombre lo indica, para controlar diferencialmente la presión de línea aplicada en los frenos del eje delantero y trasero en condiciones similares a las de la válvula de dosificación de línea. En la mayoría de los casos, al desactivar el sistema ABS, se desactiva la función de EBD.

Radiación Uno de los únicos tres mecanismos de transferencia de calor. Los otros dos mecanismos son conducción y convección. La radiación es la transmisión de energía por emisión de ondas. En el caso de los sistemas de frenos, la energía térmica es emitida por los discos y por las pastillas a temperaturas elevadas. En el caso del disco, a medida que aumenta la temperatura, la radiación es el mecanismo de transferencia de calor predominante. De hecho, la radiación aumenta por X^4 por cada incremento de aumento de temperatura. Con frecuencia, en los diseños de discos, se pone mucha atención a la ventilación o las paletas ya que es algo que puede modificarse considerablemente a un costo razonable. Si bien la radiación es una función de las elecciones de material y del área de la superficie de fricción del rotor, es necesario

considerar los demás parámetros funcionales necesarios para la aplicación. Una gran parte de esta energía radiante puede reflejarse en el flujo de aire por medio de “barreras radiantes”, como revestimientos cerámicos en las superficies internas de los calipers.

Características de liberación Lo opuesto a “agarre”; las características de liberación son importantes cuando es necesario frenar por turnos en la pista o en la carretera. Si el par de frenado no disminuye de forma lineal con la presión descendente del pedal, el “frenado modulado” se vuelve muy difícil.

Depósito Contenedor en el que se almacena el líquido de frenos para proporcionar al cilindro maestro una fuente de líquido. El depósito debe tener el volumen suficiente para permitir el desplazamiento del líquido equivalente al desgaste de las pastillas tras los discos portafrenos. Debe ser hermético para evitar que el líquido de frenos altamente higroscópico absorba humedad. Por lo general, la tapa del depósito incluye un fuelle elastomérico abierto a la atmósfera, pero sellado del líquido.

Válvula de presión residual Algunos autos de pasajeros, especialmente aquellos equipados con frenos traseros de tambor, cuentan con una “válvula de presión residual” que funciona para asegurar que las pastillas se mantengan cerca de los discos a pesar del desplazamiento, la retracción, etc. La presión residual es muy pequeña (2-4 psi) de manera que la resistencia del frenado no constituye un problema para el uso en las calles.

Valor r.m.s. El valor cuadrático medio (r.m.s.) es una medida estadística de la magnitud de la varianza, es decir, una ecuación matemática. En el contexto de rotores para frenos, todos los pequeños picos y valles que conforman el acabado de la superficie de un rotor para frenos se pueden medir en micro pulgadas y colocar en la ecuación RMS. El valor que resulta puede compararse con un rango de mediciones obtenidas de otros rotores nuevos del Fabricante de equipos originales y del mercado de piezas de repuesto, y así proporcionar una indicación del grado de suavidad y uniformidad de la superficie. Si un rotor tiene un valor r.m.s. bajo y un segundo rotor tiene un valor r.m.s. alto, el rotor con el valor más bajo tiene una superficie más suave dentro del área medida.

Rotor Consulte “Disco”.

Balance del rotor Un rotor para frenos está perfectamente balanceado cuando su centro de masa se encuentra en el eje de rotación. Imagine un rotor que gira en un eje muy delgado. Si el centro de masa del rotor coincide con una línea que va por el centro del eje, entonces está perfectamente balanceado. Cualquier error en la posición del centro de masa relativo al centro de rotación produce un desajuste en el balance. La unidad común de desajuste del balance es la onza-pulgada. Para un rotor, esta se calcula multiplicando el error en la ubicación del centro de masa, en este caso en pulgadas, por el peso del rotor, medido en este caso en onzas. De la misma forma, una corrección del balance se calcula multiplicando el radio, o la distancia del centro de rotación en el que se debe agregar o eliminar el peso de corrección, por el peso que debe agregarse o eliminarse para alcanzar el balance perfecto. Hay una versión de la unidad de desajuste del balance basada en una medida común, llamada gramo-cm. Ejemplo: Un rotor con un diámetro de 12 pulgadas tiene una masa de 21 lb o 336 oz. El centro de masa del rotor después de moldeado y fabricado es de 0.010 pulgadas (0.25 mm) desde el centro del eje de rotación. El desajuste que resulta es de 0.01 pulgadas x 336 oz = 3.36 oz-pulg. El rotor quedaría perfectamente balanceado si se fabricara de manera que se eliminaran las 3.36 oz-pulg. / 6 pulg. = 0.56 oz de peso del borde externo de la pieza. El “punto pesado”, o ubicación correcta para eliminar este peso, estará centrado en un radio que comienza en el centro geométrico de la pieza y que pasa por el centro de masa.

Desplazamiento La cantidad de variación dimensional axial de la superficie del disco a medida que gira. Medido con un comparador mecánico, la especificación normal es de 0.000 a 0.005” de desplazamiento total indicado, también conocido como “TIR”, por sus siglas en inglés. Un desplazamiento excesivo puede producir un frenado ineficiente y pulsaciones perceptibles del pedal. También ver “TIR”.

SAE Sigla de Society of Automotive Engineers (Sociedad de Ingenieros Automotrices). También ver “Normas J o Prácticas recomendadas, SAE”.

Proceso de vulcanizado Este proceso de fabricación de equipos originales aumenta los niveles clave de rendimiento de fricción por encima de lo que se puede hacer solo con el endurecimiento posterior. El proceso de vulcanizado incrementa la efectividad del enfriamiento inicial, estabiliza los niveles de fricción desde el comienzo y proporciona un mejor rendimiento en todo el rango de funcionamiento. Durante el proceso de vulcanizado, la pastilla de freno es sobrecalentada en una banda por una serie de fuentes de calor de radiación infrarroja concentrada para eliminar completamente de la superficie cualquier aglutinante no endurecido. Al hacer esto, se elimina la necesidad del rodaje inicial y se reduce la posibilidad de ruido producido por el vidriado de la pastilla. A través del proceso de vulcanizado también se condiciona térmicamente el resto del material de la pastilla después del endurecimiento, para obtener un nivel de fricción más alto y consistente durante toda la vida útil de la pastilla. En ocasiones, los términos endurecimiento posterior o pulido se utilizarán al igual que proceso de vulcanizado. Esto no es verdad en el diseño del proceso, el equipo utilizado o los efectos. Consulte “Endurecimiento posterior” y “Pulido”.

Sellos Los pistones del caliper están sellados en su interior por anillos elastoméricos colocados en las ranuras. Los sellos cumplen la función secundaria de retraer levemente los pistones cuando la presión de línea se reduce a cero al final del frenado. Esto evita “la resistencia de la pastilla fuera del frenado” y así se reduce tanto la temperatura como el desgaste. El diseño mecánico y los compuestos de estos sellos son sumamente importantes. La sección transversal de los sellos del caliper correctamente diseñados es cuadrada, no redonda. Las juntas tóricas no pueden sustituirse.

<p>Ranuras para sellos Las ranuras para los sellos del caliper se pueden encontrar en el orificio del caliper o en el pistón (o en ambos). El diseño mecánico de las ranuras es crítico para garantizar la óptima retracción del pistón. La sección transversal de una ranura correcta para sellos del pistón del caliper es trapezoidal, no cuadrada.</p>
<p>Semimetálico Materiales de fricción compuestos por cantidades importantes de elementos metálicos para aumentar el rango de temperatura de funcionamiento.</p>
<p>Líquido de frenos de silicona Líquido de frenos a base de silicona. Si bien los líquidos de frenos hechos a base de silicona son menos higroscópicos que los líquidos compuestos por éter, pueden “producir espuma” al someterlos a vibraciones de alta frecuencia e introducirlos en pequeños orificios. Esto los hace inestables para usarlos en autos de carreras y de alto rendimiento.</p>
<p>Caliper deslizante Consulte “Caliper, Caliper flotante”.</p>
<p>Con ranuras</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Disco: Ranuras inferiores poco profundas, con bordes filosos aunque redondeados, fresadas en discos de hierro fundido para proporcionar bordes anteriores para el agarre y una huella para disipar la capa de gases y el material de fricción incandescente. Si las ranuras se llenan con material de la pastilla, el sistema funciona a una temperatura demasiado alta. 2. Pastilla: Ranuras radiales moldeadas o cortadas en la superficie de la pastilla para proporcionar una huella para disipar la capa de gases, duplicar la cantidad de bordes delanteros y mejorar el agarre. Algunas pastillas largas también tienen ranuras longitudinales.
<p>Chirrido Molesto ruido agudo asociado con algunas combinaciones de materiales de fricción en valores bajos de par de frenado. El ruido disminuye con el uso de láminas antichirrido. Puede mejorarse con el uso de un material de pastilla diferente, pero también puede empeorarse si este y los materiales actuales de la pastilla son incompatibles.</p>
<p>Presión por moldeado Un proceso de moldeado que se encuentra entre el moldeado a presión y la forjadura. Se vierte aluminio líquido en un dado y, justo antes de que se solidifique, el dado se cierra a una presión muy alta. Alternativamente, un segundo cilindro, distinto del cilindro de inyección principal, se llena durante el moldeado para luego ser comprimido a alta presión a fin de aumentar la presión de moldeado. El proceso reduce la porosidad y deja la estructura del grano más como una forjadura que un moldeado, lo que da como resultado una pieza más fuerte.</p>
<p>Líneas de frenos de acero inoxidable Mangueras para frenos flexibles hechas de Teflon® extruido y protegidas con una cubierta estrechamente tejida de alambre de acero inoxidable. Debido a que estas mangueras eliminan prácticamente el hinchamiento de las líneas bajo presión, y dado que ofrecen mayor protección mecánica para la línea de frenos misma, se utilizan globalmente en aplicaciones de carreras para reducir el recorrido del pedal, aumentar la firmeza del pedal y permitir una modulación más eficiente de frenado. Pocos fabricantes ofrecen mangueras protegidas con tejido de acero inoxidable de Teflón extruido, que cumplan con los requisitos del DOT para uso en autos de pasajeros. Otros ofrecen mangueras que afirman que cumplen con las especificaciones, pero no es así. Comprador... ¡tenga cuidado!</p>
<p>Rigidez Rigidez es la resistencia de un material o una estructura a deformarse. No es</p>

lo mismo que la fuerza. La rigidez de un material se indica por su “módulo de elasticidad”, la medida de la elasticidad de los aglutinantes atómicos dentro del material. Es sumamente importante que los calipers (y los soportes del caliper) estén rígidos. Por esta razón, los materiales compuestos de matriz metálica se usan para los calipers de autos de carreras.

Fuerza Fuerza es la resistencia de un material o una estructura a la rotura. Se define como la tensión necesaria para romper los aglutinantes atómicos de un material. No es lo mismo que la rigidez.

Desgaste cónico Desgaste desigual de las pastillas de freno causado por geometría, por la diferencia de temperatura entre los bordes anteriores y posteriores y/o por falta de rigidez en el caliper. Cuando las pastillas se desgastan cónicamente, los primeros incrementos del recorrido del pistón del caliper se usan para forzar la pastilla contra el disco, lo que aumenta el recorrido del pedal. Además, el pistón tiende a chocar en su orificio lo que produce el desgaste y estriado de este.

1. **Inclinación radial:** La inclinación radial se nota cuando se observa la pastilla desde cualquier extremo. La velocidad lineal entre la pastilla y el disco es mayor en la periferia del disco y, por lo tanto, la superficie externa de la pastilla se desgasta más rápido. Además, cualquier tendencia del caliper a “abrirse” bajo presión como una almeja produce más presión en la parte externa de la pastilla, lo que aumenta aún más el desgaste relativo. Por esta razón, muchas pastillas son trapezoidales vistas en planta con menos superficie hacia el interior.
2. **Inclinación longitudinal:** La inclinación longitudinal se nota cuando se observa desde la superficie interna o externa de la pastilla. En parte de la sección posterior de la pastilla flotan en la capa límite las partículas volátiles desgasificadas e incandescentes del material de fricción desgastado de la sección anterior. El borde anterior de la pastilla estará, por lo tanto, más caliente y se desgastará más rápido que el borde posterior. Este fenómeno es más pronunciado en las pastillas largas y es una de las principales razones por las que los calipers de carreras están diseñados con múltiples pastillas pequeñas. (Consulte “Calipers con múltiples pistones”).

TIR Sigla de *Total Indicated Run Out* (Desplazamiento total indicado). Consulte “Desplazamiento”. Diferencia entre la lectura más alta y más baja observada. El error posicional geométrico real del eje de rotación de la pieza será la mitad del TIR.

Variación de grosor (TV, por sus siglas en inglés) Variación en la capa de transferencia, que inicia la vibración del freno. Si bien el impacto de una capa de transferencia desigual es casi imperceptible al principio, a medida que la pastilla comienza a pasar por los puntos altos y bajos, naturalmente se generará más y más variación de grosor hasta que la vibración sea mucho más evidente. Con la exposición prolongada, los puntos altos pueden convertirse en puntos calientes y pueden modificar la metalurgia del rotor en esas áreas, creando puntos “duros” en la cara del rotor que son prácticamente imposibles de eliminar.

Choque térmico Los materiales de discos, en particular el hierro fundido, son degradados no solo por la magnitud de las temperaturas alcanzadas, sino también por las temperaturas “delta”, la velocidad a la que aumenta y disminuye la temperatura. En el hierro gris, las grietas se producen por el debilitamiento de los aglutinantes entre los granos del metal debido a cambios bruscos de temperatura, y a la forma y estructura cada vez más desorganizada del carbono en forma de escamas que caen en la matriz de hierro.

<p>Frenado a fondo Frenado con el máximo retraso posible en una línea recta. En un escenario no controlado por ABS, describía la situación donde el conductor controlaba la fuerza del freno que aplicaba cerca o al límite, de ahí su nombre. En sistemas controlados por ABS, mientras el conductor aplica la fuerza máxima, los herrajes y su programación realizan ciclos de la fuerza aplicada hacia delante y hacia atrás sobre el límite instantáneo del par de fricción disponible.</p>
<p>Titano Metal muy ligero, muy fuerte con muy baja conductividad térmica. Casi universalmente utilizado para fabricar pistones de caliper para aplicaciones de carreras a fin de reducir la transferencia de calor al líquido dentro del caliper.</p>
<p>Frenado modulado Proceso en el que un conductor experimentado “modula” los frenos al entrar en una curva, combina el frenado y el giro en la fase inicial de la curva, y maximiza la tracción total disponible de las llantas. Esta técnica, universal en las carreras, aunque no siempre es admitida, también alarga efectivamente la recta anterior a la curva.</p>
<p>Borde posterior (de la pastilla) La parte de la pastilla ubicada lejos de la dirección de rotación del disco.</p>
<p>Capa de transferencia Capa pareja de material de la pastilla de freno en la superficie de frotación del disco del rotor. Observe el énfasis puesto en la palabra “pareja”, ya que los depósitos desiguales de la pastilla en la superficie del rotor son la principal causa de vibración de los frenos. Consulte “Vibración de los frenos” y “Rotores alabeados”.</p>
<p>Caliper de dos piezas Caliper fabricado con dos piezas exactamente iguales, atornilladas rígidamente. Para realizar un caliper monobloque, el conjunto debe resultar en una estructura rígida en el diseño, la selección de tornillos y los materiales.</p>

Paletas Término dado a los nervios centrales que sirven para separar las superficies de fricción interiores y exteriores de los discos ventilados.

1. **Paletas rectas:** Las paletas rectas son las más fáciles de fabricar. Se extienden en líneas rectas radialmente hacia afuera desde la superficie interna hasta la superficie externa del disco. El diseño se utiliza con frecuencia en la producción de automóviles y camiones porque se puede usar la misma pieza en ambos lados del vehículo. Este diseño tiende a promover la transferencia desigual de la pastilla sobre la paleta debido a que la superficie del rotor en este punto es más rígida en comparación con el área de la ventilación justo adelante o atrás de la paleta.
2. **Paletas curvas:** Las paletas curvas tienen forma curva para actuar como turbinas más eficientes y aumentar el flujo de aire en masa a través de la parte central del disco. También actúan como barreras para la propagación de grietas causadas por choque térmico, y a medida que una paleta se superpone a la otra, estabilizan de forma dimensional el disco. Estos diseños reducen la transferencia desigual de la pastilla, debido a una rigidez más uniforme de la superficie de fricción relativa al recorrido de la pastilla, a diferencia del diseño de paletas rectas. Los discos de paletas curvas son más costosos para producir y deben ser montados de forma direccional. Se usan universalmente en autos de carreras donde no se permiten frenos de carbono.
3. **Islas o pilares:** Algunos diseños usan “islas” en lugar de paletas para separar las superficies de fricción. Diseñado correctamente, el sistema de islas es dimensionalmente estable y reducirá la transferencia desigual de la pastilla, pero las islas son ineficientes desde el punto de vista del flujo de aire en comparación con las paletas curvas; por lo tanto, no son comunes en autos de carreras. Este tipo de diseño de paletas es más pesado, ya que el ingeniero de diseño deberá sustituir la masa por la capacidad de enfriamiento por convección.
4. **Paletas diferenciales:** Algunos discos están diseñados con paletas alternantes de distintos largos. Este diseño moderno surgió de los estudios de flujo. Se encontró que el volumen de aire que puede fluir en un disco aumenta al alternar el largo de la entrada sin sacrificar demasiado el área de la superficie. Mientras más aire sople la ventilación, se producirá un mayor enfriamiento por convección.

Rotores alabeados El término de rotores alabeados es utilizado incorrectamente en la mayoría de los casos. Se utiliza con mayor frecuencia para significar vibración y aspereza al aplicar los frenos del vehículo, pero la causa no es una distorsión permanente del rotor debido a que una de las características del hierro gris utilizado en casi todos los rotores, incluidos los de carreras, es el alto cociente de rigidez del material llamado “módulo de Young”. Por el contrario, la aspereza observada se debe a una mala mecanización previa del rotor por parte de un proveedor de servicio o por la transferencia desigual de material de fricción adherente de la pastilla. Una vez que el depósito de material de la pastilla está presente, una remecanización de la superficie del rotor parece resolver el problema temporalmente, lo que a su vez parece confirmar la idea de que el rotor estaba alabeado. El problema es que si la vibración existía aunque fuera por poco tiempo, la conversión del hierro debajo del depósito de cementita a carburo de hierro ya se produjo. La cementita es más dura que la matriz de hierro base, de manera que al tornearlo en un torno para frenos, el área de depósitos más duros desviarán el radio de la punta de la herramienta de corte y el punto alto estará presente hasta cierto grado; el proceso de aumentar el depósito del nuevo material de la pastilla sobre el punto alto volverá a comenzar. Al amolar la superficie del rotor se obtendrá un resultado adecuado si las dos superficies de fricción son planas y paralelas, aunque aún habrá áreas de mayor dureza. Consulte “Fricción adherente”, “Vibración de frenos” y “Capa de transferencia”.

Sensores de desgaste Para garantizar que las pastillas se cambien antes de

desgastarse con los discos portafrenos, se emplean diversos sensores de desgaste. Algunos autos usan sensores de desgaste electrónicos en la pastilla. Este tipo de sensor, por lo general, deja de servir cuando se alcanzan los límites de desgaste, lo que rompe la continuidad del circuito del sensor. Por lo tanto, deberá ser reemplazado si la luz se apaga. Hay otro método más económico que se utiliza cuando la pastilla tiene una lengüeta delgada y rígida unida al disco portafrenos que se fricciona con la superficie del disco y rechina cuando se ha llegado al límite de desgaste. En algunos autos de carreras modernos para eventos de larga distancia, los calipers son adaptados con sensores y circuitos electrónicos más complejos para advertir a los conductores y, por telemetría, al equipo sobre la condición de las pastillas.